

Ж. А. Грудинина^{1✉}, Н. С. Головачев¹

Разработка интерактивной модели для обучения методам монтажа и ремонта конвейерных лент средствами Unreal Engine

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: GrudininaZhanna2212@gmail.com

Аннотация. В данной работе представлен процесс разработки интерактивной модели, предназначенной для обучения методам монтажа и ремонта конвейерных лент с использованием средств Unreal Engine. Основное внимание уделяется воспроизведению этапов механической стыковки ленты посредством болтового соединения, что является частью технического обслуживания конвейерных систем на промышленных предприятиях. Для создания модели использовались инструменты Blender и Unreal Engine, реализована система пошагового обучения на базе Blueprint с диалогами для упрощения понимания всех этапов работы. Разработка основана на анализе литературы и видеоматериалов, отражающих реальные производственные процессы. Предложенная модель позволяет обучать новых сотрудников без необходимости использования расходных материалов, снижая затраты на подготовку персонала и минимизируя производственные простои. Применение виртуальной среды позволяет визуализировать ключевые этапы работ, а также провести контроль освоения навыков.

Ключевые слова: интерактивная модель, Unreal Engine, Blender, пошаговое обучение, виртуальная подготовка

Zh. A. Grudinina^{1✉}, N. S. Golovachev¹

Development of an interactive model for training in conveyor belt installation and repair methods using Unreal Engine

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: GrudininaZhanna2212@gmail.com

Abstract. This paper presents the development process of an interactive model designed to train personnel in the methods of installing and repairing conveyor belts using Unreal Engine. The primary focus is on simulating the stages of mechanical splicing through bolted connections, which is a crucial part of the technical maintenance of conveyor systems at industrial enterprises. The model was created using Blender and Unreal Engine, with a step-by-step training system implemented in Blueprint, supported by dialogue-based instructions to enhance the understanding of each stage. The development is based on the analysis of technical literature and video materials that reflect real-world production processes. The proposed model enables the training of new employees without the need for consumable materials, reducing training costs and minimizing production downtime. The use of a virtual environment allows for the visualization of key work stages and provides a mechanism for skill assessment.

Keywords: interactive model, Unreal Engine, Blender, step-by-step training, virtual training

Введение

На производственных предприятиях, осуществляющих транспортировку и переработку сырья, широко применяются конвейерные ленты, обеспечивающие

непрерывность технологического процесса. Эти механизмы подвержены естественному износу в условиях интенсивной эксплуатации и требуют регулярной замены либо обновления – как полностью, так и частично, на уровне отдельных сегментов. Стоимость одной подобной замены, с учетом стоимости самой ленты, расходных материалов (болтов, скоб и т.д.) и затрат за простой оборудования, может достигать значительных сумм.

В связи с расширением производственных мощностей и частой сменяемостью персонала возникла необходимость в оперативной базовой подготовке новых сотрудников. Выполнение монтажных работ без предварительной подготовки сопряжено с высоким риском технологических ошибок, нарушением техники безопасности и возникновением несчастных случаев. Допущенные ошибки могут привести не только к выходу оборудования из строя, но и к угрозе жизни и здоровью персонала. В то же время проведение очного практического обучения требует остановки конвейерных линий, использования дорогостоящих материалов и привлечения опытных сотрудников в качестве наставников, что снижает производственную эффективность и увеличивает затраты.

Для решения данной проблемы компанией ООО «Сибирская Вулканизационная Компания» была инициирована разработка интерактивной 3D-модели, направленной на обучение сотрудников базовым методам монтажа и ремонта конвейерных лент. Модель должна включать пошаговую демонстрацию всех ключевых этапов работ, визуализацию механической стыковки (болтового соединения), а также систему тестирования, проверяющую знание базовых требований к технике монтажа. Реализация проекта позволит повысить качество обучения, минимизировать затраты на подготовку персонала, обеспечить гибкость в обучающем процессе и снизить риски, связанные с человеческим фактором.

Методы и материалы

Для создания интерактивной модели была изучена «Инструкция по выбору, монтажу и эксплуатации конвейерных лент» [1], разработанная для сотрудников предприятий. Пример разметки стыка лент, использованный для опоры при создании модели представлен ниже (рис. 1 [1]).

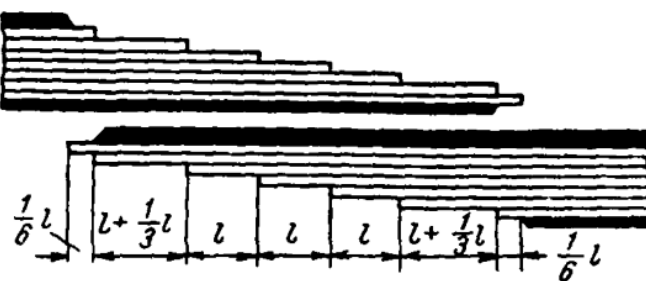


Рис. 1. Разметка стыка лент на основе капроновых тканей

Разработка обучающей модели начинается с разбора действий, которые необходимо отразить и на которых будет строиться процесс обучения. Каждый

блок схемы, которая была создана для отражения этапов монтажа и стыковки конвейерных лент показывает, что будет делать работник при обучении.

Для того чтобы наглядно отразить последовательность действий, отраженных в рамках проекта, представлена блок-схема (рис. 2).

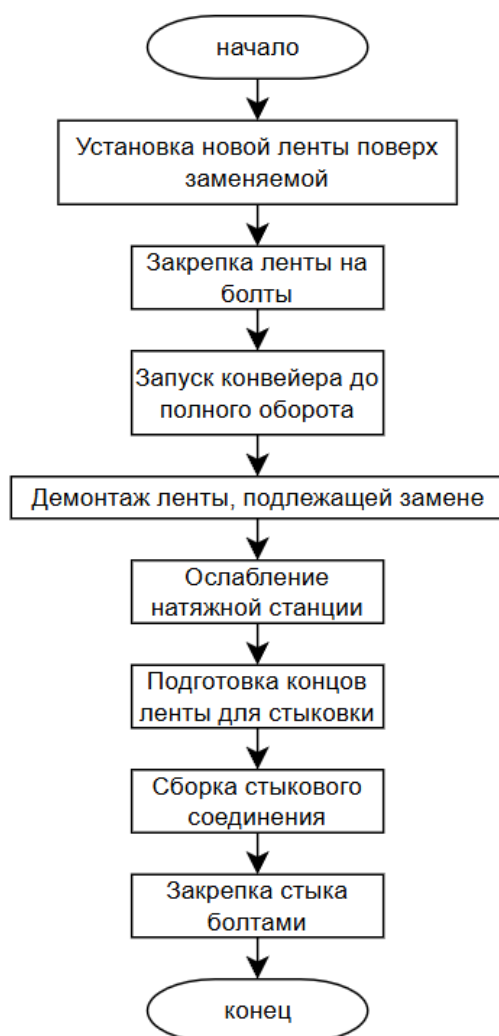


Рис. 2. Схема действий реализованных в обучении

Результаты

Весь объем работы можно разделить на 4 этапа:

- создание геометрии моделей инструментов;
- блокинг уровней;
- размещение элементов на уровне;
- программирование логики.

На первом этапе была создана геометрия моделей инструментов с использованием программы Blender (рис. 3).

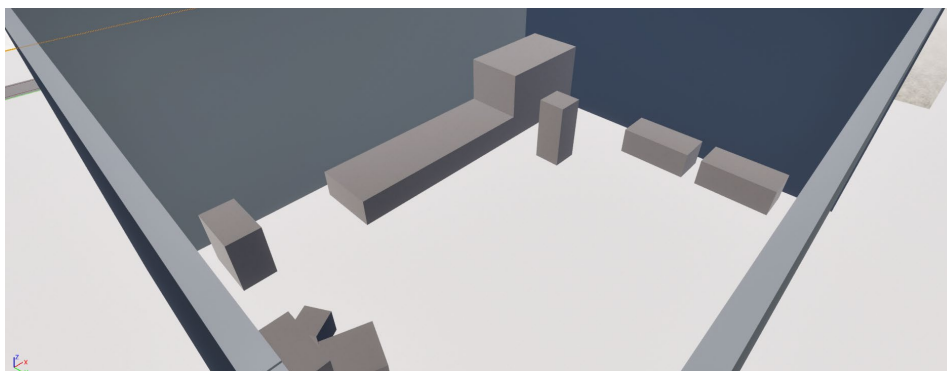


Рис. 5. Блокинг уровня

После моделирования нескольких уровней были выбраны оптимальные варианты, примитивы в которых заменились на реальные объекты начиная с крупных моделей (стены, крыша, конвейер и т.д.) и заканчивая деталями (болтами, ящиками и т.д.).

Третьим этапом стало размещение интерактивных элементов на уровне. На данном этапе была произведена расстановка объектов по заранее намеченным местам, корректировка освещения, добавление инструментов для выполнения всех работ в дальнейшем. На каждом из уровней будет находиться определенное оборудование, подходящее для работы на данном этапе (рис. 6).

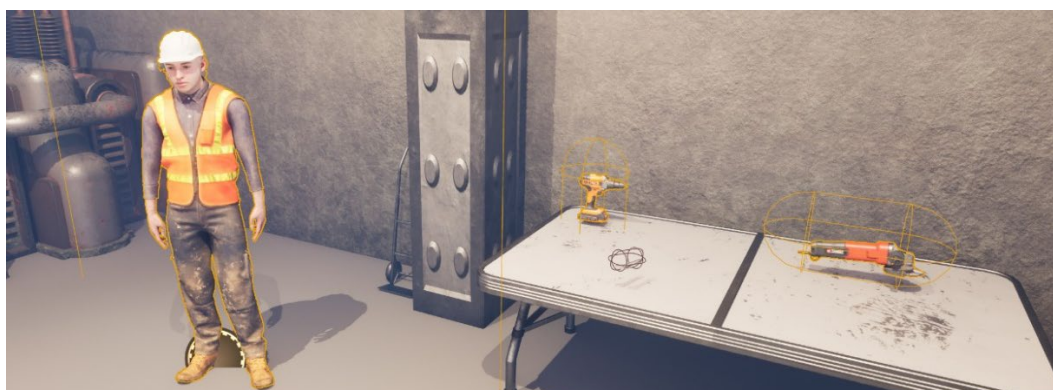


Рис. 6. Детализация уровня

На последнем, четвертом этапе работ, была написана логика для взаимодействия с окружением, создана система диалогов, оценивания результатов прохождения подготовки. Вся логика в работе реализовывалась при помощи системы Blueprint Unreal Engine.

Взаимодействие с элементами происходит при помощи специальных триггер-боксов, они позволяют взаимодействовать с объектом в том случае, когда персонаж находится в зоне его расположения либо при пересечении объекта лучом, который помогает определить направление взгляда игрока при попытке взаимодействия [4, 5]. На изображении ниже показан триггер-бокс объекта и логика

[illegible]

Рис. 7. Пример создания интерактивного объекта

Для объяснений, какие действия необходимо выполнить пользователю, была создана система на основе диалогового дерева (рис. 8).

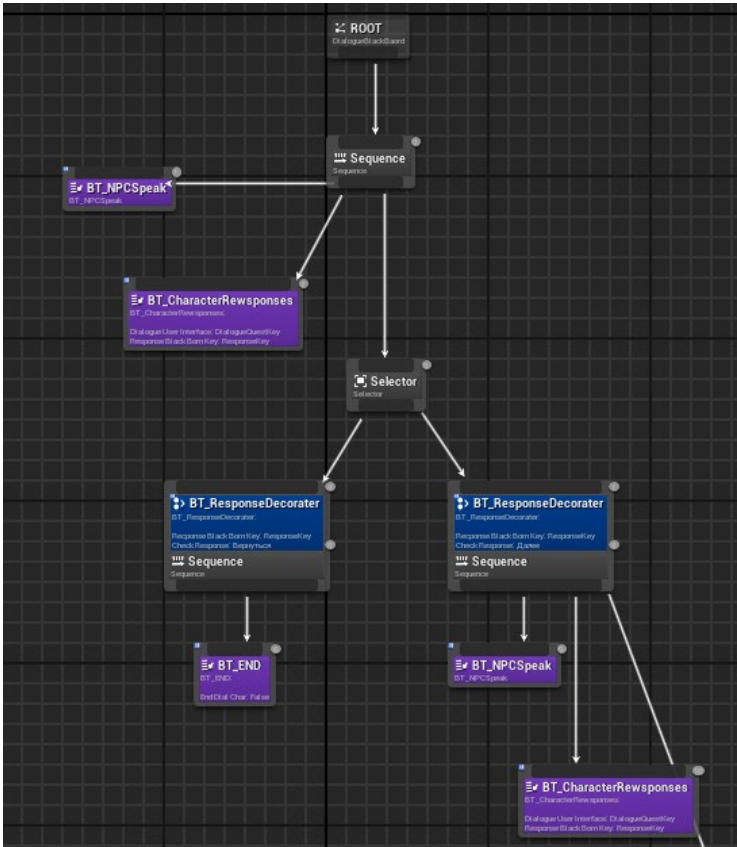


Рис. 8. Часть диалогового дерева

Последовательность выстроена таким образом, чтобы пользователь мог получить не только новую информацию, необходимую в процессе работы, но и мог вернуться для повторного ознакомления с уже выполненными действиями.

Оценка результатов прохождения подготовки внедрена в последний этап, где необходимо выполнить полную замену транспортной ленты [5], для этого была создана глобальная переменная, которая добавляет очки при каждом верно выполненном действии, на которую влияет не только выполнение каждого этапа стыковки, но и их последовательность (рис. 9). По прохождению последнего уровня данный счетчик можно будет увидеть в меню.



Рис. 9. Пример отображения начисленных баллов

Созданная программа тестировалась на портативном компьютере HP, с процессором Intel Core i5-1135G7, оперативной памятью на 16 ГБ, со встроенным графическим процессором Intel Iris Xe Graphics. Разрешение экрана тестовой системы 1920*1080.

Подобная конфигурация позволила использовать созданную интерактивную модель с показателем FPS на уровне (25-35 кадров).

Заключение

Во время работы были созданы 3D-модели нескольких основных инструментов для монтажа, выполнен блокинг уровней и на его основе размещены модели объектов оборудования. Для выбранной конфигурации оборудования была запрограммирована логика взаимодействия с объектами со встроенной системой оценивания. В дальнейшем возможно расширение интерактивной модели, добавление уровней, которые будут затрагивать другие методы монтажа и ремонта конвейерной ленты. Также возможно добавление анимаций взаимодействия и звуковое сопровождение для большего погружения в процесс обучения, создание более гибкой диалоговой системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Г. З. Векслер, О. Г. Карбасов, В. М. Костин, Ю. С. Мельников. Инструкция по выбору, монтажу и эксплуатации конвейерных лент. – Москва: Издательство «Химия», 1971. – 72 с.

2. Blender Manual. – Blender Foundation, 2024. – URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/> (дата обращения: 08.05.2025).
3. Unreal Engine Documentation. – Epic Games, 2024. – URL: <https://docs.unrealengine.com> (дата обращения: 04.05.2025).
4. Parrish S. The Unreal Engine Developer's Guide. – New York: Apress, 2021. – 329 с.
5. Лукин П. И. Проектирование виртуальных миров: Unreal Engine 5. – Казань: КГАСУ, 2023. – 142 с.

© Ж. А. Грудина, Н. С. Головачев, 2025